

PROVÃO PAULISTA 2023 – Primeira série – Segunda aplicação

40. Estrelas supermassivas, com massa superior a aproximadamente oito vezes a do Sol, terminam sua existência de algumas dezenas de milhões de anos com uma potente e luminosa explosão denominada supernova. Nesse evento, que marca o fim do processo de geração de energia por fusão nuclear, a estrela moribunda expelle suas camadas mais externas e a matéria restante pode seguir dois caminhos. Se a massa total inicial da estrela for maior que a de 25 sóis, o núcleo inerte continua colapsando e vira um buraco negro. Se tiver entre 10 e 25 massas solares, o núcleo central sobrevive à explosão e forma um objeto composto apenas por um tipo de partícula: uma estrela de nêutrons.

Novos estudos sugerem que uma estrela de nêutrons de pequena massa pode ser um objeto ainda mais exótico, previsto na teoria, mas nunca observado de forma inequívoca: uma estrela composta de quarks soltos, um tipo de partícula elementar, indivisível, que é um constituinte fundamental da matéria.

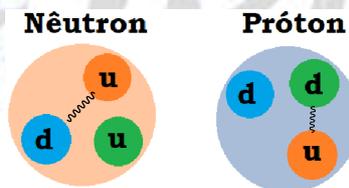
(<https://revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em 03.10.2023. Adaptado)

Com objetivo de compreender a notícia publicada, um estudante fez uma pesquisa sobre alguns dos termos apresentados na notícia. Como resultado, descobriu corretamente que

- (A) a evolução estelar começa com uma Supernova, conhecida como berçário estelar.
- (B) quarks são partículas elementares que formam os elementos do núcleo dos átomos.
- (C) buracos negros são modelos que explicam espaços vazios do universo.
- (D) nêutrons, assim como os prótons, são bárions de carga elétrica negativa.
- (E) quanto mais massiva uma estrela, maior a vida dela.

Resolução: alternativa B.

Os quarks formam os nêutrons e prótons e não existem isolados.



41. O iodo elementar, I_2 , é sólido em temperatura ambiente e apresenta cor violeta escuro. Ao ser aquecido, forma vapores de coloração violácea. Quando entram em contato com uma superfície fria, os vapores de iodo se transformam em iodo sólido.

A transformação que ocorre com o iodo em decorrência da troca de calor é denominada

- (A) sublimação.
- (B) fusão.
- (C) liquefação.
- (D) dissolução.
- (E) gaseificação.

Resolução: alternativa A.

A mudança de estado de agregação que ocorre com o iodo em decorrência da troca de calor é denominada sublimação, ou seja, mudança do estado de agregação sólido para gasoso (na forma de vapor) e vice-versa ($I_{2(s)} \rightleftharpoons I_{2(g)}$).

42. Em uma aula de química, os alunos realizaram um experimento, a 25 °C, para o estudo da densidade de um determinado líquido, seguindo as etapas a seguir:

- 1) Pesagem de um recipiente vazio.
- 2) Pesagem do recipiente preenchido com água destilada até o traço de aferição.



- 3) Esvaziamento e secagem do recipiente.
- 4) Pesagem do recipiente preenchido até o traço de aferição com o líquido.

A partir do valor da densidade da água a 25 °C, fornecida pelo professor, e dos dados medidos no experimento, os alunos realizaram os cálculos necessários e elaboraram a tabela:

Densidade da água a 25 °C	Capacidade volumétrica do recipiente	Densidade do líquido a 25 °C
0,9970 g/cm ³	100,020 mL	0,876 g/cm ³

Nesse experimento, as etapas 1 e 2 tiveram com o objetivo calcular a _____ . A massa lida na balança na etapa 4 apresentou valor _____ do que a massa lida na balança na etapa 2.

As lacunas são preenchidas, correta e respectivamente, por

- (A) densidade da água ... igual
- (B) capacidade volumétrica do recipiente ... maior
- (C) massa da água ... maior
- (D) densidade da água ... maior
- (E) capacidade volumétrica do recipiente ... menor

Resolução: alternativa E.

Nesse experimento, as etapas 1 e 2 tiveram com o objetivo calcular a capacidade volumétrica (volume ou espaço ocupado). A massa lida na balança na etapa 4 (pesagem do recipiente preenchido até o traço de aferição com o líquido) apresentou valor menor do que a massa lida na balança na etapa 2. Ou seja, para um mesmo valor de volume, quanto menor a densidade, menor a massa e vice-versa.

Observe:

$$\text{densidade (d)} = \frac{\text{massa (m)}}{\text{volume (V)}}; V = 100,020 \text{ mL} = 100,020 \text{ cm}^3$$

$$d_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{V} \Rightarrow 0,9970 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{m_{\text{água}}}{100,020 \text{ cm}^3}$$

$$m_{\text{água}} = 0,9970 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 100,020 \text{ cm}^3 = 99,71994 \text{ g}$$

$$m_{\text{água}} = 99,7 \text{ g}$$

$$d_{\text{líquido}} = \frac{m_{\text{líquido}}}{V} \Rightarrow 0,876 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{m_{\text{líquido}}}{100,020 \text{ cm}^3}$$

$$m_{\text{líquido}} = 0,876 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 100,020 \text{ cm}^3 = 87,61752 \text{ g}$$

$$m_{\text{líquido}} = 87,6 \text{ g}$$

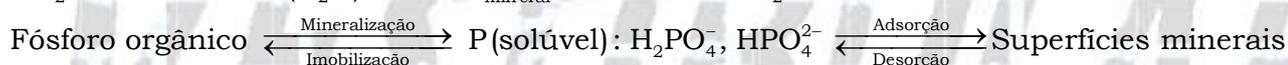
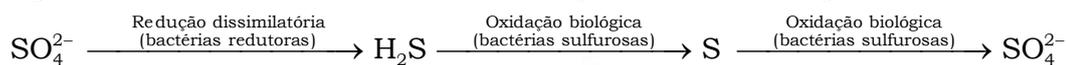
43. Os ciclos biogeoquímicos envolvem substâncias presentes na litosfera, na hidrosfera e na atmosfera. Nos ciclos do nitrogênio, do enxofre, do carbono e do fósforo são formados íons ou moléculas que apresentam um elemento químico em comum. Trata-se do elemento que é representado pelo símbolo químico

- (A) N. (B) O. (C) C. (D) H. (E) S.

Resolução: alternativa B.

Nos ciclos do nitrogênio, do enxofre, do carbono e do fósforo são formados íons ou moléculas que apresentam o elemento oxigênio (O) em comum.

Exemplos parciais:



44. Os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Böhr nos auxiliam a entender a estrutura e as transformações da matéria. Esses modelos têm características distintas, resultantes de observações experimentais, que conduziram a hipóteses e à teoria atômica.

Duas relevantes percepções da composição da matéria descritas por esses cientistas são:

- 1)** Os átomos contêm um pequeno núcleo central positivamente carregado e os elétrons ocupam o espaço ao redor do núcleo.
- 2)** Os átomos são esferas positivamente carregada na qual elétrons estão incrustados e podem ser arrancados.

As percepções descritas em 1 e 2 se referem, respectivamente, aos modelos atômicos de

- (A) Rutherford, Böhr e Dalton.
- (B) Thomson, Rutherford e Böhr.
- (C) Dalton, Rutherford e Böhr.
- (D) Rutherford e Thomson.
- (E) Thomson e Dalton.

Resolução: alternativa D.

De acordo com Rutherford, o átomo seria composto por um núcleo positivo e muito pequeno, hoje se sabe que o tamanho do átomo varia de 10.000 a 100.000 vezes maior do que o tamanho do seu núcleo. Ele também acreditava que os elétrons giravam ao redor do núcleo e neutralizavam a carga positiva do núcleo.

De acordo com Thomson, cada átomo seria formado por uma grande região positiva que concentraria a massa do átomo e por elétrons que neutralizariam essa carga positiva. Ou seja, teríamos uma esfera de carga elétrica positiva dentro da qual estariam dispersos os elétrons.

45. O vanádio é um elemento metálico empregado na fabricação de aços especiais. No processo metalúrgico do vanádio, uma das etapas envolve a reação de seu óxido, V_2O_5 e o hidróxido de sódio, NaOH, representada na equação não balanceada:

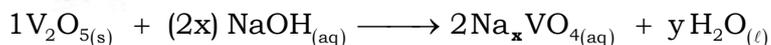


A fórmula do composto de vanádio no produto da reação é

- (A) Na_5VO_4
- (B) Na_2VO_4
- (C) Na_3VO_4
- (D) Na_4VO_4
- (E) $NaVO_4$

Resolução: alternativa C.

Balaceando a equação fornecida no texto, vem:



$$V: 2 = 2$$

$$O: 5 + 2x = 2 \times 4 + y \quad (I)$$

$$Na: 2x = 2x$$

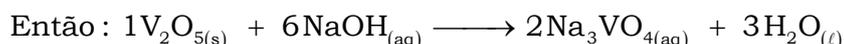
$$H: 2x = 2y \Rightarrow x = y$$

Utilizando (I), teremos:

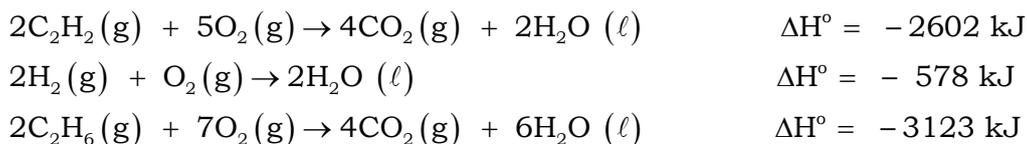
$$5 + 2x = 2 \times 4 + x$$

$$2x - x = 8 - 5$$

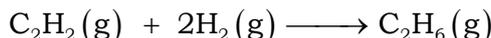
$$x = 3 \Rightarrow y = 3$$



46. As equações termoquímicas das reações de combustão de três combustíveis: acetileno, ou etino (C_2H_2), hidrogênio (H_2) e etano (C_2H_6) são apresentadas a seguir.



Esses três combustíveis participam do processo de hidrogenação catalítica do etano, representada na equação de reação:



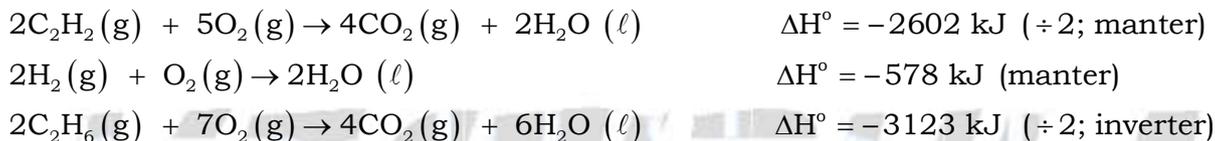
Essa reação é _____ e a formação de 1 mol de etano envolve aproximadamente _____.

Os termos que preenchem as lacunas são, correta e respectivamente,

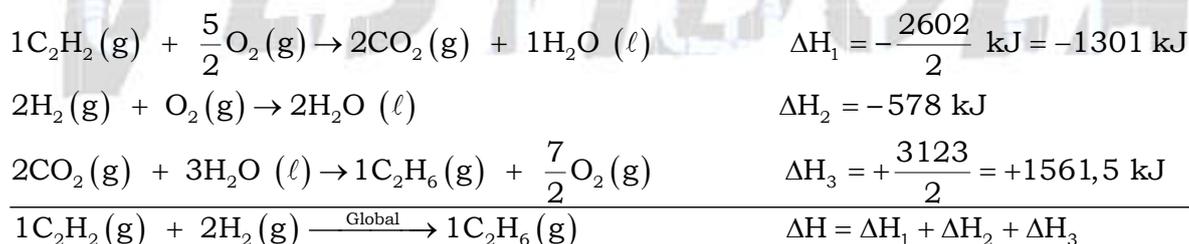
- (A) exotérmica ... 318 kJ
- (B) endotérmica ... 318 kJ
- (C) exotérmica ... 635 kJ
- (D) endotérmica ... 1260 kJ
- (E) exotérmica ... 1270 kJ

Resolução: alternativa A.

Reorganizando as equações fornecidas no texto para obter a equação global, vem:



Teremos:



$$\Delta H = -1301 \text{ kJ} + (-578 \text{ kJ}) + 1561,5 \text{ kJ}$$

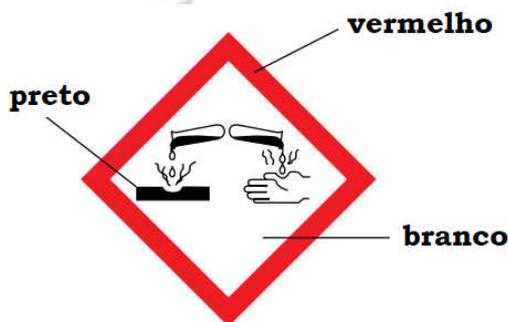
$$\Delta H = -317,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta H \approx -318 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H < 0 \text{ (reação exotérmica; libera calor)}$$

47. No quadro são apresentadas algumas substâncias químicas usadas em produtos de limpeza e de cuidados pessoais.

Produto	Substância química e uso
1	Acetona para remover esmaltes.
2	Ácido bórico, para compressas oftálmicas.
3	Soda cáustica para desentupir pias e ralos.
4	Detergente para desengordurar utensílios de cozinha.

O rótulo de um determinado produto de uso doméstico apresenta a frase: “Mantenha afastado de chama, faísca ou fontes de calor”, enquanto que a embalagem de um outro produto de uso doméstico exibe a seguinte figura:



(ABNT NBR 14725-3:2012. Adaptado)

Essa frase e a figura estão presentes, respectivamente, nos rótulos dos produtos de números

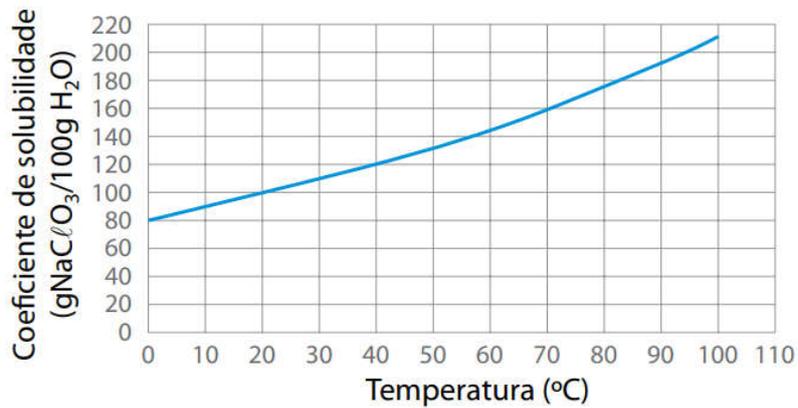
- (A) 1 e 2.
- (B) 2 e 3.
- (C) 3 e 4.
- (D) 1 e 3.
- (E) 2 e 1.

Resolução: alternativa D.

(1) A Acetona utilizada para remover esmaltes é volátil e combustível. Por isso, deve ser afastada de chama, faísca ou fontes de calor.

(2) A soda cáustica ou hidróxido de sódio (NaOH) é utilizada para desentupir pias e ralos, ou seja, é corrosiva, causticante e perigosa para seres vivos.

48. Em um béquer, foram adicionados 60 g de clorato de sódio (NaClO_3) e 50 g de água destilada. A mistura foi aquecida brandamente até completa solubilização do sal. Em seguida, a solução foi resfriada e mantida a 20 °C. O sal cristalizado foi separado da solução e foi transferido para um balão volumétrico de 250 mL com água destilada até completar a capacidade volumétrica do balão. A curva de solubilidade do clorato de potássio é representada no gráfico.



A concentração da solução de clorato de potássio no balão volumétrico é igual a

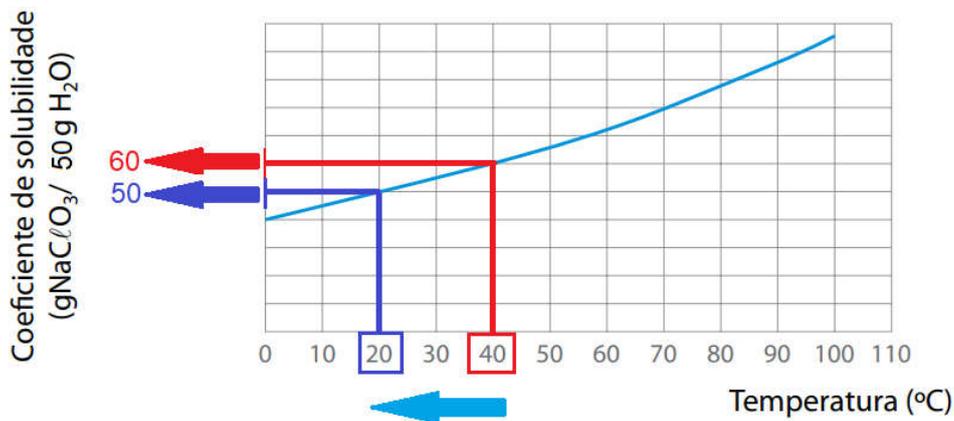
- (A) 80 g/L.
- (B) 10 g/L.
- (C) 20 g/L.
- (D) 100 g/L.
- (E) 40 g/L.

Resolução: alternativa E.

$$m_{\text{NaClO}_3} = 60 \text{ g}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 50 \text{ g}$$

A partir do gráfico (dividindo os coeficientes de solubilidade por dois, já que o gráfico é para 100 g de H₂O), ou seja, para 50 g de H₂O, vem:



Resfriamento de 40 °C para 20 °C.

$$m_{\text{cristalizada}} = 60 \text{ g} - 50 \text{ g} = 10 \text{ g}$$

$$V_{\text{balão}} = 250 \text{ mL} = \frac{250}{1000} \text{ L} \Rightarrow V_{\text{balão}} = 0,25 \text{ L}$$

$$C = \frac{m_{\text{cristalizada}}}{V_{\text{balão}}}$$

$$C = \frac{10 \text{ g}}{0,25 \text{ L}} = 40 \text{ g/L}$$

Dados:

TABELA PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	2 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3											13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	18 Ar argônio 40,0
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromio 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinco 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítrio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lantanoides	72 Hf hafnio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósmio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl tálio 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoides	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganesônio

número atômico
Símbolo
nome
massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce cério 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm tulio 169	70 Yb itêrbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnio	99 Es einstânio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.

PARA O

VESTIBULAR